

# 屋根葺材の強風飛散防止に関する研究

岡田 恒

## －屋根葺材の下面圧の推定－

キーワード：1) 強風被害, 2) 屋根茅葺材, 3) 耐風設計, 4) 風力係数

### 1. 研究の目的

屋根葺材の強風による被害は後を絶たない。屋根葺材の被害は、単にその被害だけに留まらない。飛散物となり他の建築物へ被害を及ぼしたり、人命に損傷を与えたりする恐れがある。事実、台風9119号でも、飛来物の被害が数多く報告されている<sup>文1)</sup>。このような被害が後を絶たない理由の1つに屋根葺材、とくに瓦や瓦棒葺材のような野地板の上に葺かれるものにどのように風力が作用するか、その強さはどのくらいかといった、基礎的な技術情報の不足があげられる。そこで、ここでは屋根葺材として瓦を取り上げ、それに作用する風力について考えてみることにした。瓦に作用する風力は、その表面と裏面に作用する風圧のベクトル和で与えられる。屋根の表面に作用する風圧に関しては、多くの風洞実験が行われている<sup>文2)</sup>。またわずかながら実測も実施されている。しかし、そのほとんどは滑らかな屋根面を想定したもので、瓦を葺いた屋根面のように大きな凹凸のある屋根面の風圧についてはほとんど調査されていない。また、裏面、すなわち、瓦と野地板との間の圧力については、研究がほとんど進んでいない。本研究は、瓦の耐風性向上技術の開発に資するべく、瓦に作用する力、あるいはモーメントをより正しく定量的に把握する方法を検討し、適正な風圧力を見積もる為の耐風試験方法の可能性を探ることを目的としている。

### 2. 瓦に作用する風力

瓦に作用風力  $F$  は、(1)式のように瓦表面に作用する風圧  $P_u$  と瓦裏面に作用する風圧  $P_l$  のベクトル和で表される。

$$F = P_u + P_l \quad (1)$$

それぞれ圧力が時間変動していることを考慮して、時間平均値と時間変動成分に分けて表現すれば、(2)式で表されることになる。

$$F = (\bar{P}_u + p_u) + (\bar{P}_l + p_l) \quad (2)$$

瓦表面の風圧は直接風から、あるいは建物にあたって剥離した風が形成する場から与えられる。この圧力については、瓦表面の風圧そのものの測定例は少ないが、屋根表面の風圧としてはかなりのデータの蓄積がある。一

方、瓦裏面の風圧については、測定が困難であることなどからほとんどデータがない。しかし瓦裏面の風圧は、げらば、軒先からあるいは、瓦と瓦の間から、それら部分の表面に作用した風圧が瓦裏面に伝達されることで形成される。したがって、表面の風圧、表面から裏面への風圧の伝達方法、伝達された風圧の混合方法が分かれば、瓦裏面の風圧を直接測定できなくてもそれを知ることができるはずである。

### 3. 表面圧について

はじめに述べたように、屋根表面の風圧に関する測定例はかなりある。しかし、その屋根のほとんどは表面に凹凸がない屋根に関するものである。瓦を葺いた屋根面のようにその表面にしっかりと凹凸がある場合にも、それらで得られた風圧係数等が利用できるかは疑問がある。そこで自然風を模した風洞内で瓦面を模した屋根面の風圧と凹凸のない屋根面の風圧測定を行い両者の比較を行った。

#### (1) 実験概要

実験には切妻屋根の2階建の建物を想定した模型を用いた。図3-1に模型図面を示す。長さの縮尺率は1/13とした。表3-1に想定建物の主な寸法形状を一覧する。屋根は一面が瓦を葺いた状態。もう一面はフラットとした。

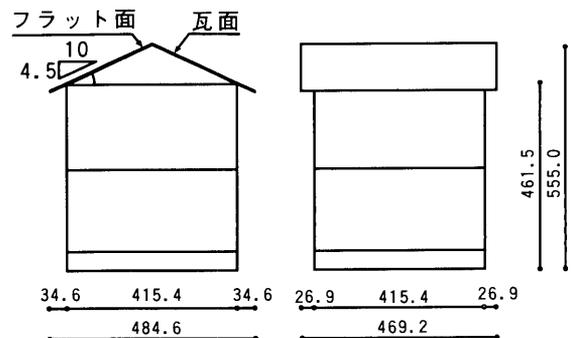


図3-1 建物模型

表3-1 想定建物の寸法形状

梁間方向長さ	5.4m	屋根頂部高さ	7.22m
桁行方向長さ	5.4m	屋根勾配	4.5/10
2階梁桁高さ	6.0m	屋根形状	切妻

以下前者を瓦面、後者をフラット面と呼ぶ。想定した瓦はJIS-53Aとした。瓦の枚数は棟に平行方向23列、直交方向14列、計322枚である。両屋根面に圧力測定孔を設けた。圧力測定孔の位置は、瓦面ではそれが風上からみて右側に位置するときの風上側のけらば、軒先、棟近傍の瓦53枚分の中心、フラットな面もそれと同じ位置とした。

実験に用いた気流は、べき指数 1/4 で表わされる勾配流とした。図3-2に用いた気流の平均風速、乱れの強さの鉛直分布を示す。

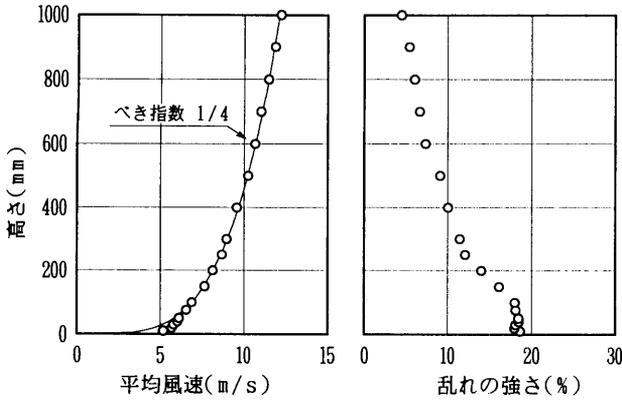


図3-2 風洞内気流

圧力測定では、測定孔に作用する圧力を実時間に換算して0.5秒の移動平均を施しながら、同じく実時間に換算して10分間分収録した。

測定風向は棟と平行で測定孔が風上側となる風向を0度として、0, 30, 45, 60, 90, 135, 180, 210, 225, 240, 270, 315度の12風向とした。

## (2) 測定結果

測定結果から各側定点について次式で定義する平均風圧係数、変動風圧係数を求めた。

$$C = \frac{1}{q_{ref}} \cdot \bar{P} \quad (3)$$

$$C' = \frac{1}{q_{ref}} \cdot P' \quad (4)$$

ここで、  
 $C$  = 平均風圧係数  
 $C'$  = 変動風圧係数  
 $q_{ref}$  = 建物頂部の平均速度圧  
 $\bar{P}$  = 実時間10分に相当する時間の平均風圧  
 $P'$  = 変動風圧のrms値

図3-3に平均風圧係数の瓦面とフラット面の比較を示す。図3-4は変動風圧係数の比較である。変動圧には両者で若干の相違が見られる。しかし、平均風圧係数においても変動風圧係数においても両者の差は大きくはない。このことはフラット面の測定結果を瓦を葺いた屋根面に適用しても大きな誤りをおかすことはないことを意味する。

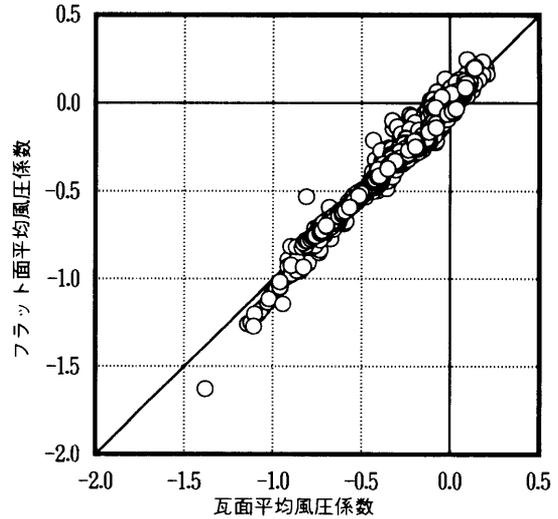


図3-3 平均風圧係数の比較

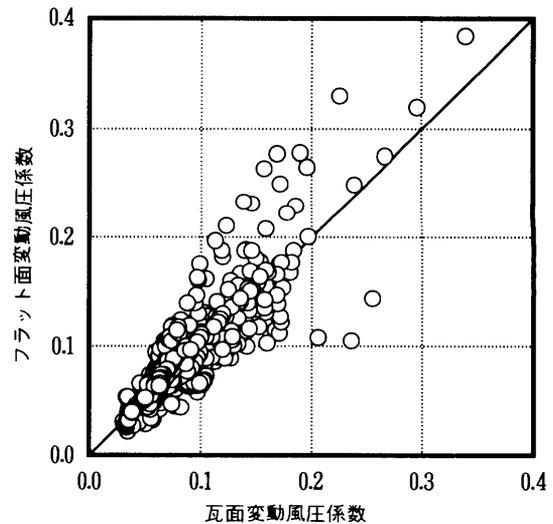


図3-4 変動風圧係数の比較

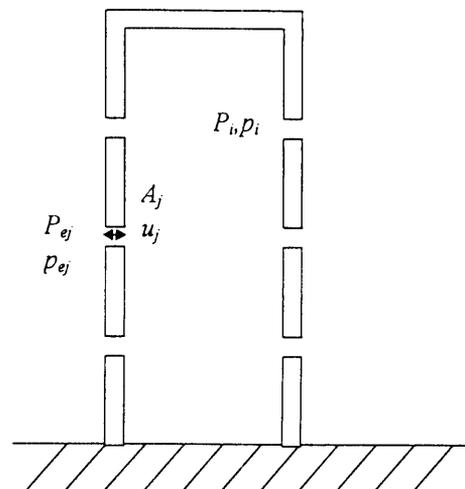


図4-1 室内圧モデル

#### 4. 裏面圧の形成について

先に述べたように、裏面圧は表面圧が瓦と瓦の隙間を介して、瓦と野地板との間の空間に伝達されることで、形成されると考えられる。そこで、このメカニズムについて理論的考察を行った。また、変動圧の伝達特性に関して実験を行った。

##### 4.1 理論的考察ならびに解析モデルの構築

関連研究に室内圧の研究がある<sup>23)</sup>。室内圧も外壁面にある隙間、開口を介し外圧が伝達されることで形成される。図4-1はその状況を示したものである。外壁に小さな孔で模倣することができる隙間がある。その隙間を介して外圧が伝達され、1つの室内圧が形成される。

###### (a) 平均圧

平均室内圧は、外壁等にある隙間を介した流量の釣り合いを表す(5)式から、(6)式を解くことで導かれる。

$$\sum_{j=1}^N Q_j = 0 \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^N \text{sign}(P_{e,j} - P_i) (A_j |P_{e,j} - P_i|^{\frac{1}{2}}) = 0 \quad (6)$$

ここで、 $Q_j$  = 流量

$P_i$  = 内圧

$P_{e,j}$  =  $j$  番目の隙間での外圧

$A_j$  =  $j$  番目の隙間の面積

この室内圧の問題と瓦裏面の問題との大きな違いは、室内圧がほぼ場所によらず一定圧と考えられるのに対し、裏面圧は場所で値が大きく異なることにある。室内圧の問題では、外壁等の隙間の断面積に比して、室内の断面積ははるかに大きい。そこで隙間から出入りする流れは室内の空気にはほとんど影響を及ぼさず、ほぼ静止した状態になっている。一方瓦の問題では瓦間の隙間の断面積と瓦と野地板の間の空間の断面積が同程度である。そこで隙間から出入りする流れは瓦と野地板間の流れを誘発していると考えられる。この流れに対しては野地板、瓦裏面が抵抗を与える。この抵抗が無視できないところでの流れは、間隔の狭い2平行板間の流れで近似できる。流れ方向に離れた2点間の流速  $U$  は2点の圧力  $P_1, P_2$  に

$$U = \frac{P_1 - P_2}{l} \cdot k \quad (7)$$

よって次式で与えられる。

ここで、 $l$  = 2点間の距離

$k$  = 比例定数

平均裏面圧を求める為、図4-2に示すモデルを考える。簡単の為、瓦間の隙間、瓦全体の端の隙間は瓦の4辺の中央のみであると仮定する。表面圧はその隙間の位置で  $P_{u,i}$  で与えられるとする。裏面圧は隙間の位置で  $P_{e,i}$ 、瓦の中央で  $P_{l,j}$  および瓦全体の外周を除く瓦の角の位置で  $P_{l,k}$  で与えられるとする。流れの流速は隙間  $U_i$ 、野地板

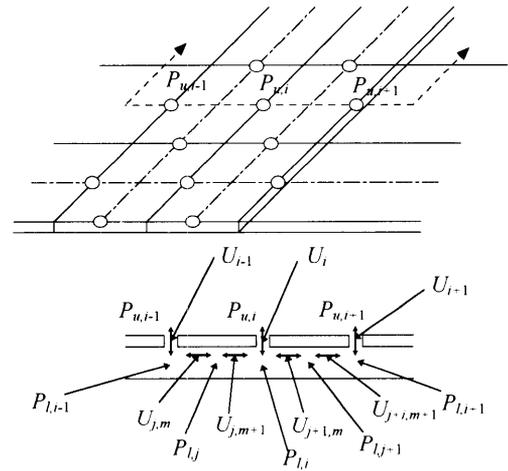


図4-2 瓦モデル

と瓦の間では隙間の位置と瓦の中央との間で  $U_j$ 、瓦の中央と瓦の角との間  $U_k$  でとして与えられるとする。各流速は、その流れが結ぶ2点の圧力によって(7)式で与えられる。各裏面圧を与える点においては次式で表わされるように点へ流す流量とその点から流出する流量が等しくなければならない。

$$\sum_m U_m A_m = 0 \quad (8)$$

ここで、 $\sum_m$  = 対象とする裏面圧を与える点への流れの合計

$A_m$  = 流速  $U_m$  の流れの仮想断面積 とする。

したがって、この(8)式および(7)式を使うことで  $\frac{k}{l}$  および  $A$  が分かれば、表面圧から裏面圧を導くことができる。

###### (b) 変動圧

変動室内圧に関しては、隙間内の流れを空気ジェットの様子で表わされると仮定することで、隙間の室内側出口における変動圧  $p_i$  と変動外圧  $p_e$  との間に次の関係式が導かれる。

$$\rho l_e \dot{u} = p_e - p_i - \frac{1}{2} \rho u |u| \quad (9)$$

ここで、 $l_e$  = 有効開口長さ

$\rho$  = 空気の密度

$u$  = ジェットの速度

(9) 式は連続の式、ポリトロピック法則を利用することで次式に書き換えられる。

$$\frac{\rho L_e V_0}{n K A p_a} \frac{d^2 p_i}{dt^2} + 0.5 \rho \frac{V_0^2}{n^2 K^2 A^2 P_a^2} \frac{dp_i}{dt} \left| \frac{dp_i}{dt} \right| + p_i = p_e \quad (10)$$

ここで、 $L_e$  = 有効開口長さで次の式で与えられる。

$$L_e = L_0 + \sqrt{\frac{\pi A}{4}} \quad \text{なお、} L_0 = \text{開口長さ}$$

$\rho$  = 空気の密度,  $K$  = オリフィス係数  
 $n$  = ポリトロープ指数,  $P_a$  = 大気圧  
 $V_0$  = 建物の容積

上記のような室内圧で得られた微分方程式を瓦裏面空間の変動圧の伝達に対しても導くことは可能かもしれない。しかし、多くの隙間がある瓦屋根にそれを適用しても、それは超多元連立微分方程式となり、容易に解くことができないものになってしまう。そこで、ここでは瓦裏面空間の変動圧の伝達に対しては次のような、ニューマチックアベレージャーという圧力平均化装置の説明に使われている単純なモデルを、若干手を加えることで利用できないかと考えた。ニューマチックアベレージャーの説明に使われるモデルでは、アベレージャーに入力される多くの変動圧は、各圧力の入力面積に比例して、アベレージャー内で平均化されるというものである。瓦の裏面圧も各隙間から入力された変動圧が野地板と瓦で囲まれた裏面で混合されることに変わりはない。ある方式に従い、各隙間から入った変動圧を平均すれば裏面圧は得られるはずである。アベレージャーでは各圧力入力点から、アベレージャーまでは同じ長さの管で結ばれている。しかし、瓦の問題では各隙間と変動圧を求めようとする点までの距離は隙間ごとに異なる。また瓦と野地板の間では摩擦がかなり効くと考えられる。そこで平均する前に各隙間から伝達される圧力は距離に比例して振幅は減衰し、位相は遅れると考えた。これを定式化すると次のようになる。ある隙間  $i$  の直下の点  $i$  の裏面圧が次式で与えられたとする。

$$p_i(t) = a_i \sin(\omega t + \Psi_i) \quad (11)$$

ここで、 $A_i$  = 周波数  $\omega$  の変動圧の振幅

$\Psi_i$  = 周波数  $\omega$  の変動圧の位相

この点  $i$  から、裏面圧を求めんとする点  $o$  までの距離を  $l_i$  とすると、変動圧の振幅は  $k_w/l_i$  に比例して減衰し、位相は  $\phi_w l_i$  だけ遅れるとするのである。この仮定により、点  $i$  から点  $o$  へ伝達された変動圧は次式で与えられる。

$$p_o(t) = a_i \frac{k_w}{l_i} \sin(\omega t + \Psi_i + \phi_w l_i) \quad (12)$$

隙間が複数あり圧力が混合された場合の点  $o$  の圧力は次のように表される。

$$\begin{aligned} p_o(t) &= \frac{\sum_i A_i a_i \frac{k_w}{l_i} \sin(\omega t + \Psi_i + \phi_w l_i)}{\sum A_i} \\ &= \left[ \left\{ \sum_i A_i a_i \frac{k_w}{l_i} \cos(\Psi_i + \phi_w l_i) \right\}^2 \right. \\ &\quad \left. + \left\{ \sum_i A_i a_i \frac{k_w}{l_i} \sin(\Psi_i + \phi_w l_i) \right\}^2 \right]^{\frac{1}{2}} \\ &\quad \frac{\sin(\omega t + \phi_{wa})}{\sum A_i} \end{aligned} \quad (13)$$

ここで、 $A_i$  = 隙間の面積

$$\phi_{wa} = \tan^{-1} \frac{\sum_i A_i a_i \frac{k_w}{l_i} \sin(\Psi_i + \phi_w l_i)}{\sum_i A_i a_i \frac{k_w}{l_i} \cos(\Psi_i + \phi_w l_i)}$$

なお、瓦表面圧が瓦と瓦の間の隙間を介して瓦裏面へ伝達される方法は、室内圧で導かれた(10)式によるとした。ところでその(10)式は、振動方程式に極めて似た形をしている。しかし振動方程式では右辺第2項の速度の項が速度の1乗に比例する形であるのに対し、(10)式は速度の2乗に比例する形になっている。その為、Runge-Kutta法等の逐次計算以外では容易に解くことができない。しかし、もし運動が定常振動であれば、速度そのものは変化しても等価な減衰定数を仮定することができるはずである。風の場合現象は比較的定常である。そこで、ここでは、(10)式を定常問題において容易に解の得られる次のような振動方程式と同じ形の式で近似できると仮定した。

$$\ddot{p}_i + 2h\omega_0 \dot{p}_i + \omega_0^2 p_i = \frac{1}{r} p_u \quad (14)$$

ここで、 $p_u$  = 瓦表面の隙間位置での変動圧力

$p_i$  = 瓦裏面の隙間位置での変動圧力

$h, \omega_0, r$  = 隙間の大きさ, 野地板と瓦の間の容積, 変動圧力の大きさ等で決まる定数

瓦表面の隙間位置に任意の変動圧力が作用したとき、瓦裏面の隙間位置での変動圧力は次の式で与えられる。

$$\begin{aligned} p_i(t) &= \frac{1}{r \sqrt{1-h^2\omega_0^2}} \int_0^t p_u(\tau) \exp\{-h\omega_0(t-\tau)\} \\ &\quad \sin \sqrt{1-h^2\omega_0^2}(t-\tau) d\tau \end{aligned} \quad (15)$$

## 4.2 圧力伝達特性に関する実験

実物での圧力伝達特性を調べる方法を開発するため、また、前節で述べた解析モデルの適用性を調べるため、瓦-建物モデルによる実験を行った。

### (1) 実験の概要

瓦の隙間の圧力伝達特性を調べる装置を製作した。この装置は図4-3に示すように、加圧箱によってある圧力を瓦表面に与え、そのときの瓦の表面と裏面の圧力の関係を調べるもので、これによって隙間の圧力伝達特性が得ようとするものである。実験には(2)で示す縮尺1:10の建物、瓦模型を用いた。圧力箱の大きさは模型瓦4枚×4枚を覆える大きさである。

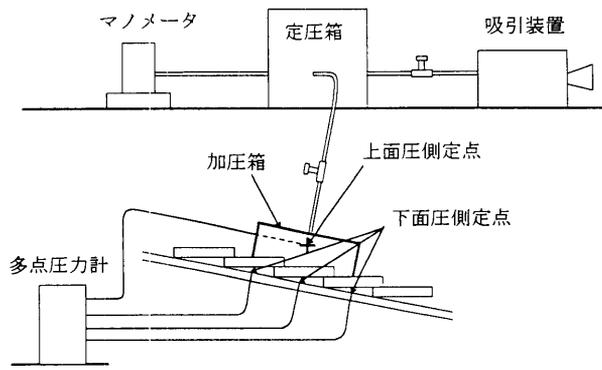


図4-3 圧力伝達特性実験の概要

(2) 試験体

試験体は建物模型と瓦模型からなる。模型は長さの縮尺率 1:10 として製作した。

建物模型を 図4-4 に示す。想定した実建物の主な仕様、寸法は次のとおりである。

- a. 階数=平屋                      b. 軒高=3,200mm
- c. 平面寸法=4,800×7,200mm
- d. 屋根形状=切妻                e. 屋根勾配=4.5/10

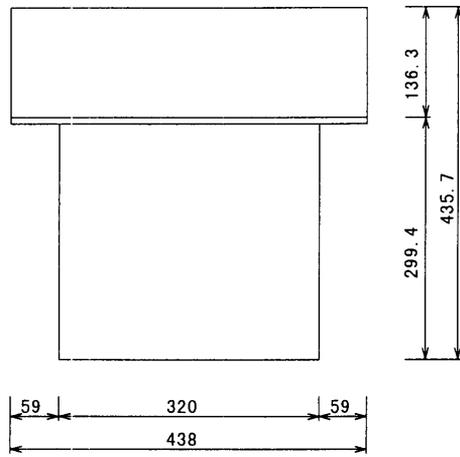


図4-4 圧力伝達特性実験の建物模型

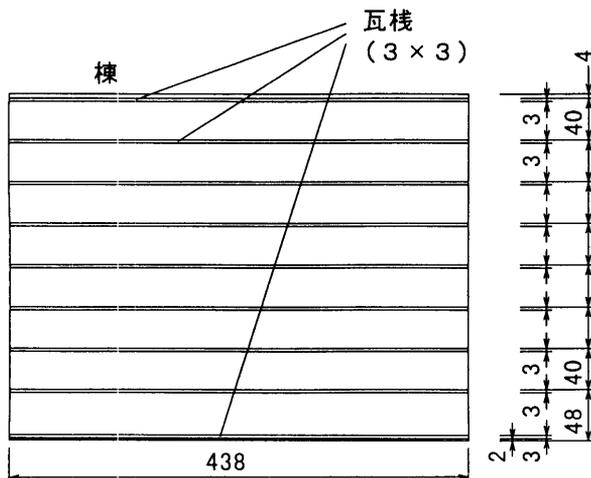
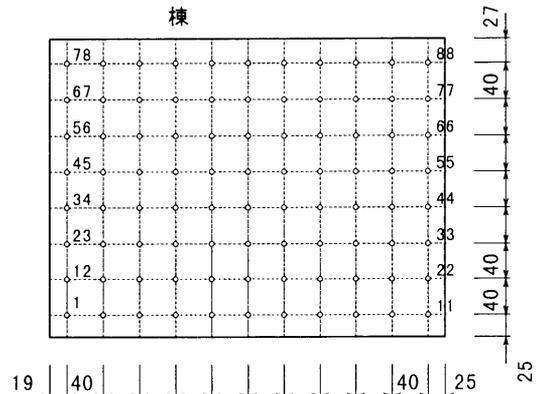


図4-5 屋根面詳細

建物模型の広い方の屋根面に 図4-5 に示すように瓦模型を引掛ける為の棧木を取り付けた。また 図4-6 に示すように、88箇所に圧力測定孔を設けた。圧力測定孔は内径 1 mm とした。瓦模型は 図4-7 に示す普通瓦を想定したものと 図4-8 に示す袖瓦を想定したものを作成した。想定した瓦の実物寸法は、実際のものよりかなり大きい 500×500mm とした。 図4-9 に建物模型屋根面への設置状況を示す。この図に、瓦の位置を表す座標番号も示す。瓦の位置は (5, 3) というように、(横方向の番号, 縦方向の番号) という形式で表すことにする。



- (注1) 測定孔の位置は○印の個所
- (注2) 測定孔2-10等は1-11等の間の○である。

図4-6 圧力測定孔

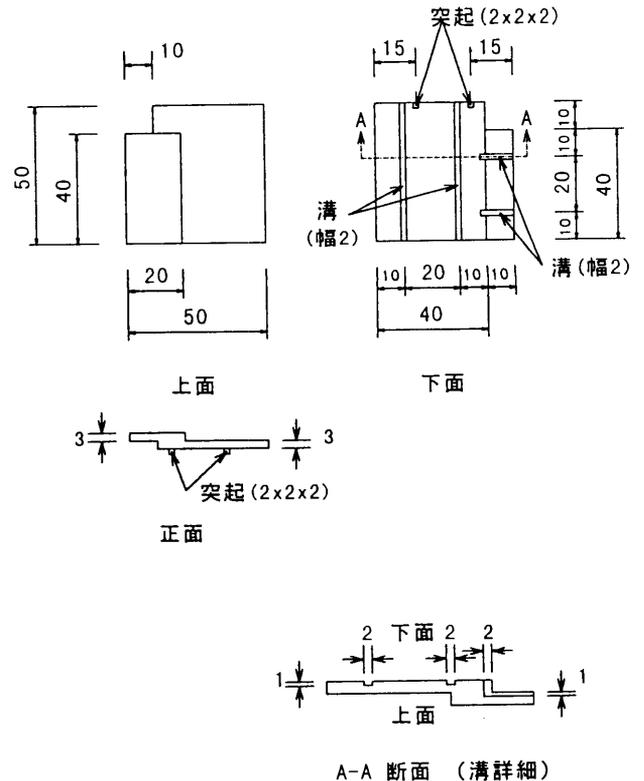


図4-7 普通瓦模型

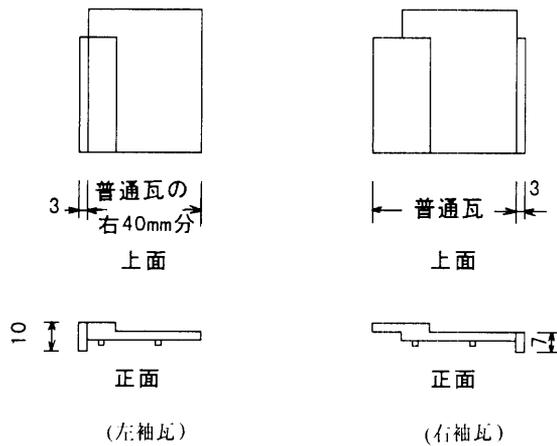


図4-8 袖瓦模型

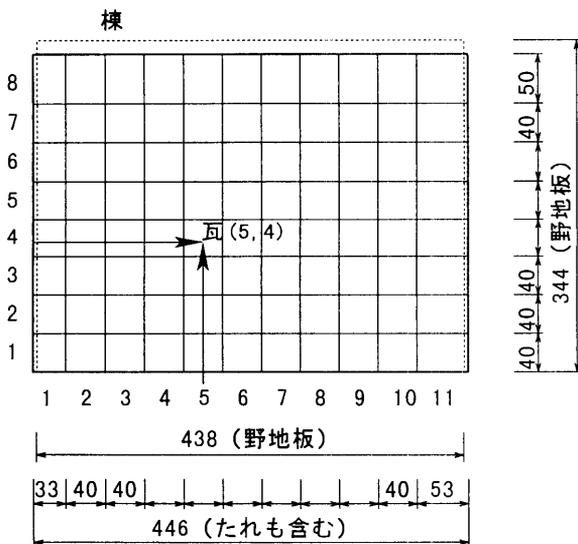


図4-9 瓦模型の設置状況

(3) 実験の手順

- 1) 圧力箱を試験体に被せ、隙間をコーキング材（入れ歯安定剤）によりふさぐ。
- 2) 吸引装置により、加圧箱の圧力が所定の圧力になるまで吸引する。
- 3) 吸引装置をはずし、瓦表面および裏面の圧力の変化を測定する。圧力変化の測定は瓦表面の圧力と瓦裏面の圧力の同時測定により行う。吸引装置をはずすことによりそれが付けられていた個所から空気の侵入が起こり、圧力回復が起る。それは丁度急に加圧を開始したと同じ様な状況にあたる。
- 4) 瓦、表面と裏面の圧力記録を解析することで、圧力伝達特性を求める。

(4) データの収集法

圧力データは、遮断周波数10Hzのローパスフィルターを介し、サンプリング周期20Hzで収集した。収集デー

タ数は1,024個、時間にして約20秒のデータである。

(5) 測定実験の種類

表4-1に実験の種類を示す。実験は、加圧箱の位置、瓦間の孔の状況、加圧箱の初期吸引圧力をパラメータとして実施した。実験は、ほぼ同じ条件（初期吸引圧力は微妙に異なる）で各3回づつ実施した。なお、表の加圧箱位置の欄に示す2つの数値は、図4-9に示す瓦座標番号で、加圧箱の中心をその座標で示す瓦の中心に一致させたことを示す。瓦間の孔は図4-10に示すように2種類開いている。いずれも瓦の表面と裏面をつなぐ孔である。孔の状況の欄の、縦close、横close、全closeはそれぞれ縦方向の孔のみ、横方向の孔のみ、全ての孔をふさいだことを示す。

表4-1 圧力伝達特性に関する実験一覧表

実験番号	加圧箱位置	孔の状況	加圧箱吸引圧力 (mmAq)		
i-1	(2,2)	全open	9.99	10.12	9.92
1-2	(2,2)	全open	15.31	15.48	15.43
1-3	(2,2)	全open	4.78	5.03	4.91
2	(5,2)	全open	7.28	7.20	7.16
2-V-1	(5,2)	縦open	7.14	7.14	7.34
2-V-2	(5,2)	縦open	9.55	9.76	9.20
3-1	(5,5)	全open	11.27	11.95	12.42
3-2	(5,5)	全open	6.14	6.23	6.46
3-H-1	(5,5)	横open	11.96	12.20	11.77
3-H-2	(5,5)	横open	5.98	6.02	6.13
3-C-1	(10,2)	全open	6.62	7.02	7.02
3-C-2	(10,2)	全open	4.32	4.26	4.20
3-C-3	(10,2)	全open	1.60	1.56	1.59

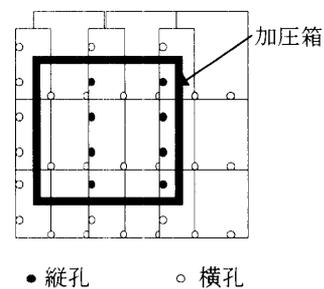


図4-10 瓦間の孔の状況

(6) 実験結果

図4-11に実験3-1の場合の加圧箱内の圧力の変化を示す。また、同図には加圧箱中央の瓦、その1段軒先側の瓦、およびそのさらに1段軒先側の瓦の裏面の圧力の変化も示す。どの圧力の変化も次の式で近似できるものである。

$$\begin{aligned}
 P_e(t) &= P_{e0} & t \leq t_0 \\
 &= P_{e0} \exp(-at) & t > t_0
 \end{aligned} \quad (16)$$

ここで、 $P_{e0}$ :初期の圧力

$a$ :漸減の程度を表す定数

$t_0$ :圧力の回復が始まる時刻

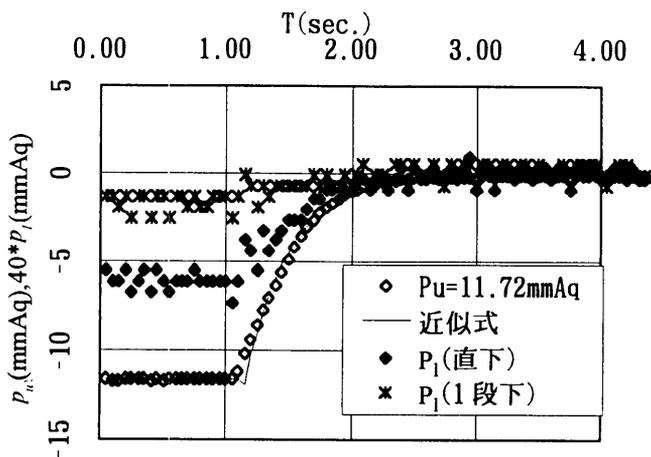


図4-11 瓦裏面の圧力変化

a) 平均圧

実験3-1の初期圧を作用させたときの圧力分布を図4-12に示す。この結果から(7), (8)式を適用することで  $\frac{k}{l}A$  (相対値が求められる) を求めた。このとき簡単の為、裏面圧を与える点は瓦の左辺の中央のみとし、図4-12に示す実験で得られた瓦中央の裏面圧をその左辺中央の値とみなした。得られた  $\frac{k}{l}A$  を使って実験3-2の裏面圧を、表面圧から予測してみた。予測結果と測定結果の比較を図4-13に示す。予測結果は十分とは言えないが、測定結果の傾向は捉えている。予測結果が測定結果に必ずしも近くなかったのは、使用したモデルの瓦間の隙間が瓦と野地板の間の隙間に比して極めて小さかった為に、表面圧と裏面圧の差が極めて大きかったことによると思われる。

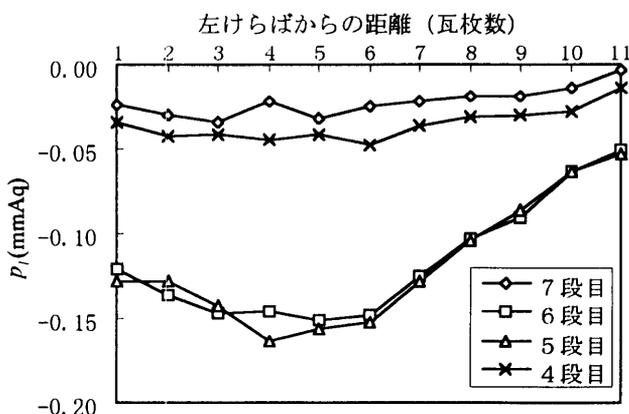


図4-12 初期圧時の瓦裏面の圧力分布

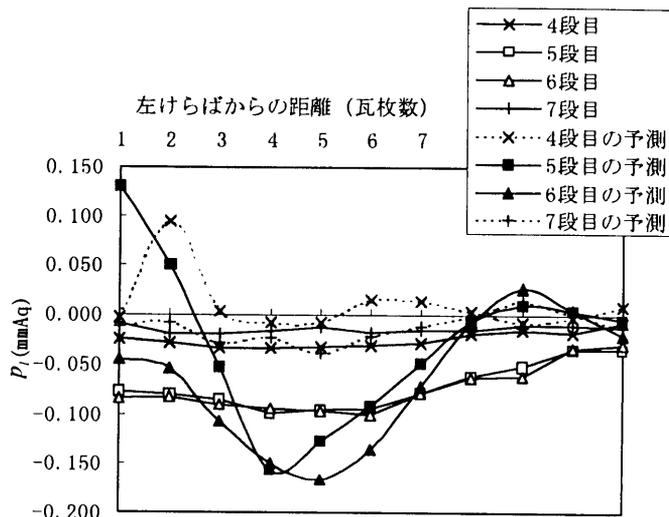


図4-13 初期圧時の瓦裏面の圧力分布の予測値と測定値の比較 (実験3-2)

b) 変動圧

吸引装置をはずした後の瓦裏面の圧力の変化は、上面圧の変化を(16)式から初期圧分を差し引いたものを(15)式に代入、あとで初期圧を加えるということで求めることができる。その結果を次式に示す。

$$p_i(t') = \frac{P_{\omega_0}}{A} \left[ \frac{A}{A^2+B^2} - \frac{A}{A^2+(B-a)^2} \exp(-at') \right] + \left( \left\{ \frac{B}{A^2+B^2} - \frac{B-a}{A^2+(B-a)^2} \right\} \sin(-At') + \left\{ \frac{A}{A^2+B^2} - \frac{A}{A^2+(B-a)^2} \right\} \cos(-At') \right) \exp(-Bt') \quad (18)$$

ここで、 $t' = t - t_0$

$$A = \sqrt{1-h^2}\omega_0, \quad B = -h\omega_0$$

図4-11に示す測定結果の中の瓦裏面の圧力変化において、振動的な動きを捉えるのはやや困難である。また、平均圧の結果は(18)式のAに相当する値が極めて大きいことを示している。このことは先にも述べたが、今回用いた試験体の瓦間の隙間が瓦と野地板間の隙間に比して極めて大きかったことに起因する。そして、結果として変動圧に対する特性が測定結果にあまり現れてこず、 $h$ と $\omega_0$ の値を独立に得ることができなかった。

## 5. むすび

本研究の結果は次のようにまとめられる。

- (1) 瓦を葺いた凹凸のある屋根面の表面風圧は、滑らかな屋根面の表面風圧と大きな差はない。
- (2) 屋根面の一部に加圧箱を用いて一定圧をかけ、瓦の裏面圧を測定することで、瓦間の隙間、瓦と野地板の間の空間を流れる流れの仮想断面積、および流れに対

する抵抗を求めることで、瓦の平均表面圧から瓦の平均裏面圧を求める方法を示した。この方法は、適正な加圧装置さえあれば、実物にも応用できるものと考えられる。従って、縮小模型を作ることの困難な瓦など屋根葺材の適正な風力係数を求めるのに有力な手段となると思われる。

- (3) 模型実験により上記方法の精度の検証を行った。今回の模型瓦は、瓦間の隙間が意図した以上に小さくなってしまった為十分な精度の検証はできなかったが、ある程度の精度で風力係数を捉えられることが分かった。
- (4) 今回の模型瓦のような場合も含め、予測精度の向上を図るには、また変動圧を含めた予測を行うには、加圧方法を含めた改良を図る必要がある。

#### <参考文献>

- 1) “台風9119号被害調査報告書” 日本建築センター
- 2) 例えば、神田亮等“陸屋根・切妻屋根を有する低層建物の設計用風圧係数に関する研究” 日本建築学会大会学術講演梗概集, 1992年8月
- 3) 岡田, 茅野“建築物等の室内圧に関する研究” 日本風工学会誌, No. 56, No. 58

#### <研究組織>

主査	岡田 恒	建設省建築研究所第3研究部 複合構造研究官
委員	山口 修由	建設省建築研究所第3研究部 耐風研究室主任研究員
〃	岡部 実	(財)ベターリビング筑波建設 試験センター第2試験室技術 主任